

## **Prąd gorących mórz**

**Autor: Andrzej Holdys**

**("Polska Energia" - nr 10/2014)**

**Jak przetworzyć na energię elektryczną ciepło oceanów rozgrzanych przez tropikalne słońce? Takie pytanie zadają sobie naukowcy rozwijający technologię OTEC.**

Na początku września firma inżynierska Makai Ocean Engineering, której siedziba znajduje się niedaleko Honolulu na Hawajach, zakończyła przygotowania do uruchomienia największej na Pacyfiku elektrowni, mającej wytwarzać prąd dzięki różnicy temperatur pomiędzy zimnymi i ciepłymi warstwami wody oceanicznej. W pobliżu jednej z plaż na wyspie Oahu, w niewielkiej odległości od brzegu, na prowizorycznej stalowej konstrukcji ustawiono turbinę o niedużej mocy 100 kW. Doprowadzona została do niej szeroka rura, którą będzie tłoczona z głębokości około kilometra zimna woda. Druga rura dostarczy ciepłą wodę z powierzchni oceanu. Połączenie jednego z drugim ma dać prąd. Czy to realny pomysł? Wkrótce się okaże. Próby potrwać trzy lata. To nowe potencjalne źródło energii elektrycznej otrzymało angielską nazwę Ocean Thermal Energy Conversion - OTEC. Morza znajdujące się w strefie klimatu gorącego lub umiarkowanie ciepłego są niczym olbrzymie kaloryfery stale ogrzewane intensywnym światłem słonecznym. Marzenia o podłączeniu się do tych grzejników i przetworzeniu przynajmniej części ich ciepła w energię elektryczną nie są wcale nowe. Budowę pierwszych urządzeń produkujących prąd dzięki konwersji energii cieplnej oceanów podjęto już w latach 60. XX w., m.in. na Florydzie.

### **TORT OCEANICZNY**

Dla technologii OTEC kluczowe znaczenie ma to, że ziemskie oceany (z wyjątkiem stref polarnych) przypominają tort. Przekrój pokazuje, że są podzielone na wyraźne warstwy, które różnią się temperaturą i zasoleniem, a w konsekwencji także gęstością. Ta ostatnia zwiększa się wraz z głębokością.

Masy wody z różnych pięter oceanu, z powodu różnic temperatury i zasolenia, prawie się ze sobą nie mieszają. Każda z nich żyje własnym życiem. Wodzie o określonej gęstości trudno przedostać się z jednego poziomu na drugi. Dopóki nie zmieni się jej temperatura lub zasolenie, może się ona przemieszczać tylko w poziomie. Jedną z konsekwencji tego podziału na warstwy są spore różnice temperatur pomiędzy powierzchnią oceanu a jego głębinami. Najlepiej widać to w strefie międzyzwrotnikowej - lustro wody oceanicznej nagrzewa się tam nawet do 30°C, podczas gdy kilometr niżej temperatury nie przekraczają kilku stopni powyżej zera. Takie właśnie miejsca są idealne dla elektrowni OTEC.

## **AMONIAK W OBIEGU**

Zasada działania zakładu, który powstał u wybrzeży Hawajów, jest następująca: ciepła woda z wierzchnich warstw oceanu zostaje skierowana do wymiennika ciepła i tam wykorzystana do podgrzania amoniaku, który w efekcie zmienia się z cieczy w gaz. Ten płynie rurą do turbiny, wprawiając ją w ruch. Ona z kolei napędza generator prądu. Następnie lotny amoniak wędruje do drugiego wymiennika ciepła, w którym, w wyniku kontaktu z zimną wodą głębinową, ulega skropleniu. Pod płynną postacią trafia ponownie do pierwszego wymiennika ciepła. Obieg się zamyka.

W ten oto sposób amoniak, krążący pomiędzy dwoma wymiennikami ciepła i zmieniający po drodze stan skupienia, będzie produkował energię elektryczną. Podobne rozwiązanie zastosowano w dwóch doświadczalnych minielektrowniach OTEC uruchomionych niedawno w Japonii i Korei Południowej. Generator zainstalowany na Hawajach jest od nich większy i ma być znacznie sprawniejszy. Docelowo mógłby zasilać około setki gospodarstw domowych. Mógłby, ale nie będzie, bo nie po to został zbudowany.

## **WOJSKO PŁACI**

OTEC jako źródło energii ma sporo plusów i dwa poważne minusy. Najpierw zalety. Po pierwsze, zasoby energii cieplnej oceanu są w praktyce nieskończone i oczywiście odnawialne, przynajmniej tak długo, jak długo Ziemię ogrzewa Słońce. Po drugie, elektrownia OTEC może pracować na okrągło i - co bardzo ważne - zapewnić stabilne dostawy prądu. Po trzecie, taki zakład łatwo wyłączyć, a potem ponownie uruchomić. Ponadto nie zabiera terenów na lądzie i nie zanieczyszcza bliższej ani dalszej okolicy. Generalnie - w porównaniu z innymi elektrowniami - jej wpływ na środowisko naturalne jest mały.

A teraz wady. Dwie główne to: bardzo wysokie koszty i spore bariery technologiczne. Firmy innowacyjne, takie jak Makai, starają się usunąć obie te przeszkody. Hawajska instalacja została zbudowana wyłącznie do celów badawczych. Właśnie dlatego nie będzie dostarczała prądu odbiorcom zewnętrznym. Całą pozyskaną energię zużyje na własne potrzeby. Tu będą testowane kolejne wersje wymienników ciepła, które są najdroższym elementem nowatorskiej technologii. Nikt nie liczy na przełomowe odkrycia; raczej na inżynieryjne usprawnienia, dzięki którym w ciągu kilku lat uda się metodą małych kroków wyraźnie obniżyć koszty instalacji. Od pewnego czasu Makai nie narzeka na niedobór gotówki oraz brak chętnych do współpracy. Jednym z jej sponsorów jest Pentagon, który chciałby wykorzystać technologię OTEC do zasilania w prąd niektórych zamorskich baz wojskowych ulokowanych w tropikach. Zapewne dlatego najważniejszym partnerem biznesowym hawajskiej spółki stał się koncern Lockheed Martin, gigant zbrojeniowy i kosmiczny. Choć głównym zajęciem tej firmy jest zaopatrywanie w nowoczesną broń licznych armii, w tym przede wszystkim amerykańskiej, ma ona też inne pola zainteresowań. Jednym z nich jest od niedawna zielona energetyka. W ramach swojego budżetu na badania i rozwój, szacowanego na około 700 mln

dolarów rocznie, gigant wydzielił też pewną kwotę na badania nad OTEC. Dzięki temu dorobił się już około 20 patentów związanych z tą technologią. Teraz chciałby je wdrożyć i na nich zarobić. Jesienią zeszłego roku firma podpisała umowę z Chińczykami na projekty i budowę w ich kraju kilku elektrowni OTEC o mocy 10 MW. Współpraca z Makai ma jej pomóc w zrealizowaniu tego kontraktu. Podobnymi instalacjami jest zainteresowany Pentagon.

## **GUAM, BAHAMY, MARTYNIKA...**

Jednym z miejsc, gdzie mogłaby powstać pierwsza amerykańska elektrownia OTEC o mocy 10 MW, jest wielka baza US Navy na wyspie Guam na Oceanie Spokojnym. W kolejce czeka też inna baza ulokowana na brytyjskiej wyspie Diego Garcia na Oceanie Indyjskim. Najpierw jednak trzeba pokonać kilka przeszkód technicznych. Na przykład, większa elektrownia będzie potrzebowała odpowiednio dużej rury do tłoczenia zimnej wody z głębin. Wedle obliczeń ekspertów, taka rura powinna mieć średnicę nawet 10 metrów. Na dodatek ten gigantyczny rękaw musiałby przetrwać pod wodą co najmniej dwie dekady. To jednak nie koniec marzeń badaczy (z Lockheeda i nie tylko), albowiem ich pragnieniem jest zbudowanie elektrowni OTEC o mocy 100 MW. Biorąc pod uwagę, że dziś koszt budowy takiego zakładu wyniósłby około miliarda dolarów, nie jest to cel, który można by nazwać mało ambitnym. Mimo to chętnych na nowe źródło energii przybywa. Niedawno rząd Bahamów podpisał z inną firmą zza oceanu, o nazwie Ocean Thermal Energy Corporation, wstępną umowę na wybudowanie instalacji do schładzania luksusowego kurortu wodą pompowaną z głębin oceanicznych (koszt inwestycji 100 mln dolarów). W następnym etapie na bazie tej nietypowej klimatyzacji powstanie elektrownia OTEC o mocy 10 MW. Ma ona pełnić dwie funkcje - zaopatrywać w prąd wczasowisko i równocześnie zasilać odsalarnię wody.

Jednak to nie Amerykanie, a prawdopodobnie Francuzi uruchomią jako pierwsi elektrownię OTEC z prawdziwego zdarzenia. Jej budowę zaplanowano na karaibskiej Martynice w ramach projektu o nazwie NEMO (New Energy for Martinique and Overseas). Inwestycja ma ruszyć w przyszłym roku, a stoją za nią dwie firmy: energetyczna Akuo Energy i zbrojeniowa DCNS. Obie mają centrale w Paryżu. Kilkanaście tygodni temu NEMO, po trwającym rok audycie, doczekał się aprobaty ze strony Komisji Europejskiej. Dała ona zgodę na wsparcie inwestycji kwotą 72 mln euro - pieniądze będą pochodziły z unijnego instrumentu finansowego NER300.

Dzięki temu w ciągu pięciu lat w odległości 5 km od wybrzeży Martyniki uruchomiona zostanie elektrownia OTEC o mocy 16 MW. Zaopatrzy ona w prąd 35 tys. gospodarstw domowych na wyspie. Zgoda Brukseli, poprzedzona wnikliwą analizą wykonalności i sensowności ekonomicznej projektu NEMO, to pierwszy tak wyraźny sygnał, że OTEC przestaje być traktowany tylko jak naukowa ciekawostka. Wprawdzie pierwsza jaskółka wiosny nie czyni, ale często bywa jej zwiastunem.